

## УДК 620.111.1: 621.7.013

*с.н.с. Несін В.В., н.с. Лахтадир С.Л., провідний спеціаліст Маєтний М.І.*  
Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз  
Служби безпеки України

### ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЗМУ УТВОРЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНОГО НАПРЯМКУ ВИДАЛЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ЗАДИРОК НА КУТАХ ФРЕЗЕРОВАНИХ ГРАНЕЙ ДЕТАЛЕЙ З ПОЛІАМІДУ БЛОЧНОГО

**Анотація.** В статті описаний механізм утворення поверхневих задирок, як результат дії фрези, реакції внутрішніх зв'язків матеріалу, сили поверхневого натягу, сили тертя, результату розповсюдження теплових полів. Описані характерні елементи вказаного поверхневого дефекту (кут росту, результуючий напрямок росту, основа задирки). Визначені ефективні інструменти для видалення поверхневих задирок. Визначений оптимальний кут прикладання та ефективний напрямок дії інструменту при видаленні задирок.

**Ключові слова:** фрезерування поліаміду, поверхневі задирки, напрямок обробки, кут прикладання інструменту

#### ВСТУП

Виготовлення деталей з поліаміду із застосування механічної обробки проходить етапи виконання заготівельних, токарних, розміточних, фрезерувальних, свердлильних та слюсарних операцій. Характерними поверхневими дефектами обробки є поверхневі задирки на фрезерованих гранях (вид А на Рис. 1.) деталей. Ефективне видалення задирок на кінцевому етапі формування деталей є необхідною умовою виготовлення якісної продукції в приладобудуванні.

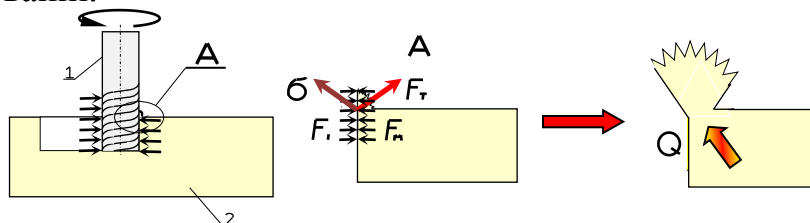


Рис. 1. Схема утворення задирок на фрезерованих гранях поліаміду

#### ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

Серед визначених характерних дефектів прокату [1] та механічної обробки конструкційних матеріалів важливе місце посідають поверхневі задирки. Ці дефекти, як недопустимі, визначені в спеціалізованих галузевих нормативних документах ОСТ4 ГО.005.051 та ОСТ4 ГО.070.014. Видаленню задирок з оброблених фрезеруванням граней пінополістиролу екструдованого приділялась увага авторів у відповідних роботах [2-4]. Різного виду пластмаси активно застосовуються при виготовленні деталей приладобудування. Зростають обсяги застосування механічної обробки таких матеріалів. Актуальними стають способи виявлення та видалення можливих дефектів механічної обробки полімерних матеріалів і зокрема поліаміду блочного.

#### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Задирки (Рис. 1.) на оброблюваних гранях поліаміду (позиція 2 на Рис. 1.) утворюються під дією ( $F_t$  на Рис. 1.) інструменту (позиція 1 на Рис. 1.) на матеріал, реакцією матеріалу ( $F_m$  на Рис. 1.) на обробку, перерозподілом сил

поверхневого натягу ( $\sigma$  на Рис. 1.), силами тертя інструменту об матеріал ( $F_t$  на Рис. 1.) та тепловою енергією ( $Q$  на Рис. 1.), що при цьому процесі виділяється.

Задирки ростуть в напрямку результуючого градієнту вивільнення внутрішніх зв'язків матеріалу ( $N$  на Рис. 2.), сили поверхневого натягу, сили тертя інструменту і напрямком його переміщення на кінцевому етапі формування кута грані в деталі. Припинення дії інструменту ( $F_i$  на Рис. 2.) задає певну додаткову вільність росту задилок в результуючому напрямку скомпенсованої припиненої дії ( $F_p$  на Рис. 2.). Загальний напрямок росту задилок формується як перпендикуляр до першої утвореної поверхні грані. Цей напрямок ( $N$  на Рис. 2.) виступає бісектрисою кута росту задирки ( $\gamma$  на Рис. 2.)

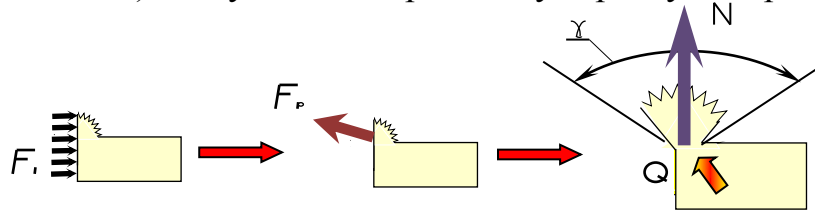


Рис. 2. Формування напрямку росту задилок на оброблених гранях поліаміду

Значна тепла енергія від тертя ( $Q$  на Рис. 1., Рис. 2., Рис. 3.) концентрується на кутових оброблених гранях, витрачається на оплавлення основи задирки (зона  $\odot$  на Рис. 3.) і її припікання до частини вільної попередньо обробленої поверхні грані. Теплова енергія  $Q$  від тертя розповсюджується в об'ємі поліаміду нерівномірно. Від меж розподілу, якими є поверхні утворюваних фрезерованих граней, теплове поле відбивається, повертаючись в матеріал. На утвореній грані теплова енергія витрачається на активацію поверхні деталі. Основа задирки розігрівається, плавиться, осідає на активовану поверхню деталі. Утворюється рівномірне локальне нерозривне зварне з'єднання.

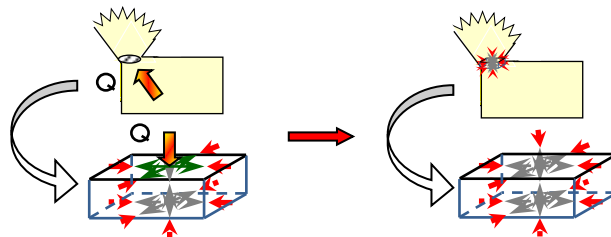


Рисунок 3. Схема утворення суцільної основи задирки  $\odot$

Найдоцільніше видалення задилок проводити зрізанням по площині дотичній до першої утвореної поверхні грані (частина I на Рис. 4). Але площина зрізання при використанні леза будівельного ножа, медичного скальпелю чи тонкого леза бритви буде розташованим не по дотичній площині, а по паралельній, далі від грані. Відступ буде рівним половині товщини леза ріжучого інструменту ( $\Delta/2$  на Рис. 4.).

Для забезпечення гарантованого зрізання задилок рекомендується направити площину різку по площині, що співпадає з бісектрисою напрямку утвореному межею кута напрямку росту задирки ( $\gamma$  на Рис. 2.) і дотичною до першої сформованої поверхні грані.

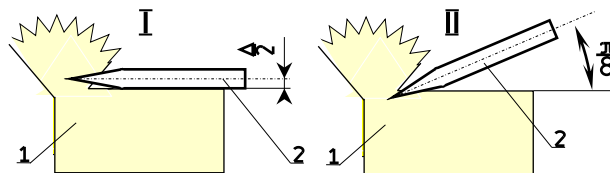


Рисунок 4. Схема різання

1- умовна деталь із задиркою; 2 – лезо ріжучого інструменту товщиною  $\Delta$

За непрямыми емпіричними замірами такий кут відкладається на  $\pi/8$  радіан ( $22^\circ 30'$ ) від першої утвореної поверхні грані (частина II на Рис. 4.).

## ВИСНОВОК

Появі поверхневих задирок на фрезерованих гранях полімерних матеріалів і зокрема поліаміду блочного сприяють: дія фрези, реакція внутрішніх зв'язків матеріалу, сили поверхневого натягу, сили тертя, теплові поля, що розповсюджуються у матеріалі. Характерними особливостями задирок, виявлені в проведеній роботі, є: кут росту, результуючий напрямок росту, основа задирки.

Ефективними інструментами для видалення задирок можуть бути будівельний ніж, медичний скальпель чи тонке лезо бритви або плоского гостро заточеного шабера. Визначений доцільний кут різання  $\pi/8$  радіан, який дозволяє найефективніше видаляти задирки з фрезерованих граней полімерних матеріалів і зокрема з поліаміду блочного.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Прокат чорних металів. Терміни та визначення дефектів поверхні: ДСТУ 2658-94. - [Введ. в дію 01.07.1995]. – На заміну ГОСТ 21014-88. – К.: Держстандарт України, 1995.— (Національний стандарт України)
2. Юшков А.Г. Особливості використання матеріалу STUODUR в якості транспортного та експлуатаційного пакування багатоелементних малогабаритних виробів: здатність до обробки, дефекти, контроль якості [Текст] с. 159 / А.Г. Юшков, Лахтадир С.Л., В.В. Несін // Нові матеріали і технології в машинобудуванні: матеріали науково-технічної конференції, 30...31 травня 2016 р., м. Київ / загальна редакція Р.В. Лютий, І.М. Гурія. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 167 с.
3. Механізм утворення поверхневих задирок на фрезерованих гранях пакування з пінополістиролу екструдованого [Текст] С.66-67. / О.Є. Каглинський, С.Л. Лахтадир, В.В. Несін // Збірник тез доповідей XVII Міжнародної науково-технічної конференції ПРИЛАДОБУДУВАННЯ: стан і перспективи, 15-16 травня 2018 р., м. Київ, ПБФ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 224 с.
4. Раціоналізаторська пропозиція в ІСТЕ СБУ. «Створення технології видалення задирок з фрезерованих граней пакування з пінополістиролу екструзивного» / А.В. Гаврилов, О.Є. Каглинський, С.Л. Лахтадир, В.В. Несін. – Заявлено 05.03.2018; визнано раціоналізаторською 20.03.2018